



ISSN: 2339-0883

**SEMINAR TAHUNAN HASIL PENELITIAN PERIKANAN DAN KELAUTAN VI**  
**ANNUAL SEMINAR OF FISHERIES AND MARINE SCIENCE VI**

**PROSIDING**

**APLIKASI IPTEK PERIKANAN DAN KELAUTAN DALAM PENGELOLAAN,  
MITIGASI BENCANA DAN DEGRADASI WILAYAH PESISIR,  
LAUT DAN PULAU-PULAU KECIL**

**APPLICATION OF FISHERIES AND MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY  
ON MANAGEMENT, MITIGATION OF DISASTER  
AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION  
IN COASTAL AREAS, SEAS AND SMALL ISLANDS**

**SEMARANG, 12 NOVEMBER 2016**

**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
JUNI, 2017**

## KATA PENGANTAR

Tahun 2016 merupakan seminar tahunan ke VI yang diselenggarakan oleh FPIK UNDIP. Kegiatan seminar ini telah dimulai sejak tahun 2007 dan dilaksanakan secara berkala. Tema kegiatan seminar dari tahun ketahun bervariasi mengikuti perkembangan isu terkini di sektor perikanan dan kelautan.

Kegiatan seminar ini merupakan salah satu bentuk kontribusi perguruan tinggi khususnya FPIK UNDIP dalam upaya mendukung pembangunan di sektor perikanan dan kelautan. IPTEK sangat diperlukan untuk mendukung pembangunan sehingga tujuan pembangunan dapat tercapai dan bermanfaat bagi kemakmuran rakyat.

Dalam implementasi pembangunan selalu ada dampak yang ditimbulkan. Untuk itu, diperlukan suatu upaya agar dampak negatif dapat diminimalisir atau bahkan tidak terjadi. Oleh karena itu, Seminar ini bertemakan tentang **Aplikasi IPTEK Perikanan dan Kelautan dalam Mitigasi Bencana dan Degradasi Wilayah Pesisir, Laut dan Pulau-Pulau Kecil**. Pada kesempatan kali ini, diharapkan IPTEK hasil penelitian mengenai pengelolaan, mitigasi bencana dan degradasi wilayah pesisir, laut dan pulau-pulau kecil dapat terpublikasikan sehingga dapat dimanfaatkan untuk pembangunan yang berkelanjutan dan dapat menjaga kelestarian lingkungan. Seminar Tahunan Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan ke-VI merupakan kolaborasi FPIK UNDIP dan Pusat Kajian Mitigasi Bencana dan Rehabilitasi Pesisir (PKMBRP) UNDIP.

Pada kesempatan ini kami selaku panitia penyelenggara mengucapkan terimakasih kepada pemakalah, reviewer, peserta serta Pertamina EP Asset 3 Tambun Field yang telah mendukung kegiatan Seminar Tahunan Penelitian Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan VI sehingga dapat terlaksana dengan baik. Harapan kami semoga hasil seminar ini dapat memberikan kontribusi dalam upaya mitigasi bencana dan rehabilitasi pesisir, laut dan pulau-pulau kecil.

Semarang, Juni 2017

Panitia



## SUSUNAN PANITIA SEMINAR

- Pembina : Dekan FPIK Undip  
Prof. Dr. Ir. Agus Sabdono, M.Sc
- Penanggung jawab : Wakil Dekan Bidang IV  
Tita Elvita Sari, S.Pi., M.Sc., Ph.D
- Ketua : Dr.Sc. Anindya Wirasatriya, ST, M.Si., M.Sc
- Wakil Ketua : Dr.Ir. Suryanti, M.Pi
- Sekretaris I : Faik Kurohman, S.Pi, M.Si
- Sekretaris II : Wiwiet Teguh T, SPi, MSi
- Bendahara I : Ir. Nirwani, MSi
- Bendahara II : Retno Ayu K, S.Pi., M.Sc
- Kesekretariatan : 1. Dr. Agus Trianto, ST., M.Sc  
2. Dr. Denny Nugroho, ST, M.Si  
3. Kukuh Eko Prihantoko, S.Pi., M.Si  
4. Sigit Febrianto, S.Kel., M.Si  
5. Lukita P., STP, M.Sc  
6. Lilik Maslukah, ST., M.Si  
7. Ir. Ria Azizah, M.Si
- Acara dan Sidang : 1. Dr. Aristi Dian P.F., S.Pi., M.Si  
2. Dr. Ir. Diah Permata W., M.Sc  
3. Ir. Retno Hartati, M.Sc  
4. Dr. Muhammad Helmi, S.Si., M.Si
- Konsumsi : 1. Ir. Siti Rudiyantri, M.Si  
2. Ir. Sri Redjeki, M.Si  
3. Ir. Ken Suwartimah, M.Si
- Perlengkapan : 1. Bogi Budi J., S.Pi., M.Si  
2. A. Harjuno Condro, S.Pi, M.Si



**DEWAN REDAKSI  
PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL TAHUNAN KE-VI  
HASIL-HASIL PENELITIAN PERIKANAN DAN KELAUTAN**

- Diterbitkan oleh : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
bekerjasama dengan Pusat Kajian Mitigasi Bencana dan  
Rehabilitasi Pesisir serta Pertamina EP Asset 3 Tambun Field
- Penanggung jawab : Dekan FPIK Undip  
(Prof. Dr. Ir. Agus Sabdono, M.Sc)  
Wakil Dekan Bidang IV  
(Tita Elvita Sari, S.Pi., M.Sc., Ph.D)
- Pengarah : 1. Dr. Denny Nugroho, ST, M.Si (Kadept. Oceanografi)  
2. Dr. Ir. Diah Permata W., M.Sc (Kadept. Ilmu Kelautan)  
3. Dr. Ir. Haeruddin, M.Si (Kadept. Manajemen SD. Akuatik)  
4. Dr. Aristi Dian P.F., S.Pi., M.Si (Kadept. Perikanan Tangkap)  
5. Dr. Ir. Eko Nur C, M.Sc (Kadept. Teknologi Hasil Perikanan)  
6. Dr. Ir. Sardjito, M.App.Sc (Kadept. Akuakultur)
- Tim Editor : 1. Dr. Sc. Anindya Wirasatriya, ST, M.Si., M.Sc  
2. Dr. Ir. Suryanti, M.Pi  
3. Faik Kurohman, S.Pi, Msi  
4. Wiwiet Teguh T, S.Pi., M.Si  
5. Ir. Nirwani, Msi  
6. Retno Ayu K, S.Pi., M.Sc  
7. Dr. Aristi Dian P.F., S.Pi., M.Si  
8. Dr. Ir. Diah Permata W., M.Sc  
9. Ir. Retno Hartati, M.Sc  
10. Dr. Muhammad Helmi, S.Si., M.Si
- Reviewer : 1. Dr. Agus Trianto, ST., M.Sc  
2. Dr. Denny Nugroho, ST, M.Si  
3. Sigit Febrianto, S.Kel., M.Si  
4. Lukita P., STP, M.Sc  
5. Ir. Ria Azizah, M.Si  
6. Lilik Maslukah, ST., M.Si  
7. Ir. Siti Rudiyantri, M.Si  
8. Ir. Sri Redjeki, M.Si  
9. Ir. Ken Suwartimah, M.Si  
10. Bogi Budi J., S.Pi., M.Si  
11. A. Harjuno Condro, S.Pi, M.Si
- Desain sampul : Kukuh Eko Prihantoko, S.Pi., M.Si  
Layout dan tata letak : Divta Pratama Yudistira  
Alamat redaksi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275  
Telpn/ Fax: 024 7474698



## DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
SUSUNAN PANITIA SEMINAR .....	iii
DEWAN REDAKSI.....	iv
DAFTAR ISI .....	v

### Aplikasi IPTEK Perikanan dan Kelautan dalam Pengelolaan dan Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah Pesisir, Laut dan Pulau-pulau Kecil (Pemanfaatan Sumberdaya Perairan)

1. Research About Stock Condition of Skipjack Tuna ( <i>Katsuwonus pelamis</i> ) in Gulf of Bone South Sulawesi, Indonesia .....	1
2. Keberhasilan Usaha Pemberdayaan Ekonomi Kelompok Perajin Batik Mangrove dalam Perbaikan Mutu dan Peningkatan Hasil Produksi di Mangkang Wetan, Semarang .....	15
3. Pengelolaan Perikanan Cakalang Berkelanjutan Melalui Studi Optimalisasi dan Pendekatan Bioekonomi di Kota Kendari .....	22
4. Kajian Pengembangan Desa Pantai Mekar, Kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi sebagai Kampung Wisata Bahari .....	33
5. Kajian Valuasi Ekonomi Hutan Mangrove di Desa Pantai Mekar, Kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi.....	47
6. Studi Pemetaan Aset Nelayan di Desa Pantai Mekar, Kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi .....	55
7. Hubungan Antara Daerah Penangkapan Rajungan ( <i>Portunus pelagicus</i> ) dengan Parameter Oseanografi di Perairan Tegal, Jawa Tengah .....	67
8. Komposisi Jenis Hiu dan Distribusi Titik Penangkapannya di Perairan Pesisir Cilacap, Jawa Tengah.....	82
9. Analisis Pengembangan Fasilitas Pelabuhan yang Berwawasan Lingkungan ( <i>Ecoport</i> ) di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pengembangan, Jembrana Bali.....	93
10. Anallisis Kepuasan Pengguna Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pengembangan, Jembrana Bali .....	110
11. Effect of Different Soaking Time in Coconut Shell Liquid Smoke to The Profile of Lipids Cats Fish ( <i>Clarias batrachus</i> ) Smoke.....	124



## Rehabilitasi Ekosistem: Mangrove, Terumbu Karang dan Padang Lamun

1. Pola Pertumbuhan, Respon Osmotik dan Tingkat Kematangan Gonad Kerang *Polymesoda erosa* di Perairan Teluk Youtefa Jayapura Papua ..... 135
2. Pemetaan Pola Sebaran *Sand Dollar* dengan Menggunakan Citra Satelit Landsat di Pulau Menjangan Besar, Taman Nasional Karimun Jawa ..... 147
3. Kelimpahan dan Pola Sebaran *Echinodermata* di Pulau Karimunjawa, Jepara ..... 159
4. Struktur Komunitas Teripang (*Holothiroidea*) di Perairan Pulau Karimunjawa, Taman Nasioanl Karimunjawa, Jepara ..... 173

## Bencana Wilayah Pesisir, Laut dan Pulau-pulau Kecil: Ilmu Bencana dan Dampak Bencana

1. Kontribusi Nutrien N dan P dari Sungai Serang dan Wisu ke Perairan Jepara ..... 183
2. Kelimpahan, Keanekaragaman dan Tingkat Kerja Osmotik Larva Ikan pada Perairan Bervegetasi Lamun dan atau Rumput Laut di Perairan Pantai Jepara ..... 192
3. Pengaruh Fenomena Monsun, El Nino Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) Terhadap Anomali Tinggi Muka Laut di Utara dan Selatan Pulau Jawa..... 205
4. Penilaian Pengkayaan Logam Timbal (Pb) dan Tingkat Kontaminasi Air Ballast di Perairan Tanjung Api-api, Sumatera Selatan ..... 218
5. KajianPotensi Energi Arus Laut di Selat Toyapakeh, Nusa Penida Bali ..... 225
6. Bioakumulasi Logam Berat Timpal pada Berbagai Ukuran Kerang *Corbicula javanica* di Sungai Maros ..... 235
7. Analisis Data Ekstrim Tinggi Gelombang di Perairan Utara Semarang Menggunakan *Generalized Pareto Distribution* ..... 243
8. Kajian Karakteristik Arus Laut di Kepulauan Karimunjawa, Jepara ..... 254
9. Cu dan Pb dalam Ikan Juaro (*Pangasius polyuronodon*) dan Sembilang (*Paraplotosus albilabris*) yang Tertangkap di Sungai Musi Bagian Hilir, Sumatera Selatan..... 264
10. Kajian Perubahan Spasial Delta Wulan Demak dalam Pengelolaan Berkelanjutan Wilayah Pesisir..... 271
11. Biokonsentrasi Logam Plumbum (Pb) pada Berbagai Ukuran Panjang Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) dari Perairan Teluk Semarang..... 277



12. Hubungan Kandungan Bahan Organik Sedimen dengan Kelimpahan <i>Sand Dollar</i> di Pulau Cemara Kecil Karimunjawa, Jepara .....	287
13. Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Air, Sedimen, dan Jaringan Lunak Kerang Hijau ( <i>Perna viridis</i> ) di Perairan Sayung, Kabupaten Demak.....	301
<b>Bioteknologi Kelautan: Bioremediasi, Pangan, Obat-obatan .....</b>	
1. Pengaruh Lama Perendaman Kerang Hijau ( <i>Perna viridis</i> ) dalam Larutan Nanas ( <i>Ananas comosus</i> ) Terhadap Penurunan Kadar Logam Timbal (Pb) .....	312
2. Biodiesel dari Hasil Samping Industri Pengalengan dan Penepungan Ikan Lemuru di Muncar .....	328
3. Peningkatan Peran Wanita Pesisir pada Industri Garam Rebus .....	339
4. Pengaruh Konsentrasi Enzim Bromelin pada Kualitas Hidrolisat Protein Tinta Cumi-cumi ( <i>Loligo sp.</i> ) Kering.....	344
5. Efek Enzim Fitase pada Pakan Buatan Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan Laju Pertumbuhan Relatif dan Kelulushidupan Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> ).....	358
6. Substitusi Silase Tepung Bulu Ayam dalam Pakan Buatan Terhadap Laju Pertumbuhan Relatif, Pemanfaatan Pakan dan Kelulushidupan Benih Ikan Nila Larasati ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	372
7. Stabilitas Ekstrak Pigmen Lamun Laut ( <i>Enhalus acoroides</i> ) dari Perairan Teluk Awur Jepara Terhadap Suhu dan Lama Penyimpanan.....	384
8. Penggunaan Kitosan pada Tali Agel sebagai Bahan Alat Penangkapan Ikan Ramah Lingkungan .....	401
9. Kualitas Dendeng Asap Ikan Tongkol ( <i>Euthynnus sp.</i> ), Tunul ( <i>Sphyræna sp.</i> ) dan Lele ( <i>Clarias sp.</i> ) dengan Metode Pengeringan <i>Cabinet Dryer</i> .....	408
<b>Aplikasi IPTEK Perikanan dan Kelautan dalam Pengelolaan dan Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah Pesisir, Laut dan Pulau-pulau Kecil (Manajemen Sumberdaya Perairan)</b>	
1. Studi Karakteristik Sarang Semi Alami Terhadap Daya Tetas Telur Penyu Hijau ( <i>Chelonia mydas</i> ) di Pantai Paloh Kalimantan Barat .....	422
2. Struktur Komunitas Rumput Laut di Pantai Krakal Bagian Barat Gunung Kidul, Yogyakarta .....	434
3. Potensi dan Aspek Biologi Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) di Perairan Waduk Cacaban, Kabupaten Tegal.....	443



4. Morfometri Penyu yang Tertangkap secara <i>By Catch</i> di Perairan Paloh, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat.....	452
5. Identifikasi Kawasan <i>Upwelling</i> Berdasarkan Variabilitas Klorofil-A, Suhu Permukaan Laut dan Angin Tahun 2003 – 2015 (Studi Kasus: Perairan Nusa Tenggara Timur).....	463
6. Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dan Zooplankton di Perairan Pesisir Yapen Timur Kabupaten Kepulauan Yapen, Papua.....	482
7. Analisis Hubungan Kandungan Bahan Organik dengan Kelimpahan Gastropoda di Pantai Nongsa, Batam .....	495
8. Studi Morfometri Ikan Hiu Tikusan ( <i>Alopias pelagicus</i> Nakamura, 1935) Berdasarkan Hasil Tangkapan di Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap, Jawa Tengah.....	503
9. Variabilitas Parameter Lingkungan (Suhu, Nutrien, Klorofil-A, TSS) di Perairan Teluk Tolo, Sulawesi Tengah saat Musim Timur.....	515
10. Keanekaragaman Sumberdaya Teripang di Perairan Pulau Nyamuk Kepulauan Karimunjawa .....	529
11. Keanekaragaman Parasit pada Kerang Hijau ( <i>Perna viridis</i> ) di Perairan PPP Morodemak, Kabupaten Demak .....	536
12. Model Pengelolaan Wilayah Pesisir Berbasis Ekoregion di Kabupaten Pemalang Provinsi Jawa Tengah .....	547
13. Ektoparasit Kepiting Bakau ( <i>Scylla serrata</i> ) dari Perairan Desa Wonosari, Kabupten Kendal.....	554
14. Analisis Sebaran Suhu Permukaan Laut, Klorofil-A dan Angin Terhadap Fenomena <i>Upwelling</i> di perairan Pulau Buru dan Seram...	566
15. Pengaruh Pergerakan Zona Konvergen di Equatorial Pasifik Barat Terhadap Jumlah Tangkapan Skipjack Tuna ( <i>Katsuwonus pelamis</i> ) Perairan Utara Papua – Maluku.....	584
16. Pemetaan Kandungan Nitrat dan Fosfat pada Polip Karang di Kepulauan Karimunjawa .....	594
17. Hubungan Kandungan Bahan Organik dengan Distribusi dan Keanekaragaman Gastropoda pada Ekosistem Mangrove di Desa Pasar Banggi Kabupaten Rembang.....	601

**Aplikasi IPTEK Perikanan dan Kelautan dalam Pengelolaan dan Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah Pesisir, Laut dan Pulau-pulau Kecil (Budidaya Perairan)**

1. Pengaruh Suplementasi <i>Lactobacillus</i> sp. pada Pakan Buatan Terhadap Aktivitas Enzim Pencernaan Larva Ikan Bandeng ( <i>Chanos chanos</i> Forskal).....	611
2. Inovasi Budidaya Polikultur Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> ) dan Ikan Koi ( <i>Cyprinus carpio</i> ) di Desa Bangsri, Kabupaten Brebes: Tantangan dan Alternatif Solusi.....	621



3. Pertumbuhan dan Kebiasaan Makan Gelondongan Bandeng ( <i>Chanos chanos</i> Forskal) Selama Proses Kultivasi di Tambak Bandeng Desa Wonorejo Kabupaten Kendal .....	630
4. Analisis Faktor Risiko yang Mempengaruhi Serangan <i>Infectious Myonecrosis Virus</i> (IMNV) pada Budidaya Udang Vannamei ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) secara Intensif di Kabupaten Kendal .....	640
5. Respon Histo-Biologis Pakan PST Terhadap Pencernaan dan Otak Ikan Kerapu Hibrid ( <i>Epinephelus fuscoguttatus</i> x <i>Epinephelus polyphekaidon</i> ).....	650
6. Pengaruh Pemberian Pakan <i>Daphnia</i> sp. Hasil Kultur Massal Menggunakan Limbah Organik Terfermentasi untuk Pertumbuhan dan Kelulushidupan ikan Koi ( <i>Carassius auratus</i> ).....	658
7. Pengaruh Aplikasi Pupuk NPK dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan <i>Gracilaria</i> sp. ....	668
8. Pengaruh Vitamin C dan <i>Highly Unsaturated Fatty Acids</i> (HUFA) dalam Pakan Buatan Terhadap Tingkat Konsumsi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Patin ( <i>Pangasius hypophthalmus</i> ) .....	677
9. Pengaruh Perbedaan Salinitas Media Kultur Terhadap Performa Pertumbuhan <i>Oithona</i> sp. ....	690
10. Mitigasi Sedimentasi Saluran Pertambakan Ikan dan Udang dengan Sedimen Emulsifier di Wilayah Kecamatan Margoyoso, Pati .....	700
11. Performa Pertumbuhan <i>Oithona</i> sp. pada Kultur Massal dengan Pemberian Kombinasi Pakan Sel Fitoplankton dan Organik yang Difermentasi.....	706
12. Respon Osmotik dan Pertumbuhan Juvenil Abalon <i>Haliotis asinina</i> pada Salinitas Media Berbeda.....	716
13. Pengaruh Pemuasaan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	728



**Bencana Wilayah Pesisir, Laut dan Pulau-  
pulau Kecil: Ilmu Bencana dan Dampak  
Bencana**



## KAJIAN POTENSI ENERGI ARUS LAUT DI SELAT TOYAPAKEH, NUSA PENIDA, BALI

Chandra Leveraeni Dewangi<sup>1</sup>, Denny Nugroho Sugianto<sup>1,2</sup>, Aziz Rifai<sup>1</sup>, dan Ai Yuningsih<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro,

<sup>2</sup>Pusat Unggulan Iptek (PUI) Pusat Kajian Mitigasi Bencana dan Rehabilitasi Pesisir (PKMBRP), Universitas Diponegoro,

Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698

<sup>3</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Jl. Dr. Djunjunan No. 236 Bandung. 40174 Fax (022)601788

Email : [chandraldewangi@gmail.com](mailto:chandraldewangi@gmail.com), [dennysugianto@yahoo.com](mailto:dennysugianto@yahoo.com),

Aziz\_rif@yahoo.com [yuningsih\\_ai@gmail.com](mailto:yuningsih_ai@gmail.com)

### ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik terus mengalami peningkatan dan sumber energi listrik di Indonesia masih didominasi oleh energi fosil yang ketersediaannya terbatas di alam, sehingga diperlukan pencarian sumber energi lain yang terbarukan. Nusa Penida merupakan wilayah kepulauan yang dikelilingi selat-selat sehingga berpotensi untuk pengembangan energi terbarukan yaitu arus laut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tipe arus laut serta mengetahui potensi energi yang dapat dihasilkan dari arus laut di Selat Toyapakeh, Nusa Penida, Bali. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan penentuan lokasi dengan *cluster sampling*. Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu survey lapangan yang terdiri dari pengukuran arus dan pasang surut sertatahap pengolahan data yang terdiri dari analisa data, numerik, dan menghitung estimasi rapat daya. Tipe arus laut di Selat Toyapakeh adalah arus pasang surut yang bergerak ke arah tenggara saat pasang dan ke arah barat daya saat surut. Selat Toyapakeh berpotensi dalam pemanfaatan energi arus laut. Daerah potensi terletak pada koordinat 115°27'51,903' - 115°28'34,387' BT dan 8°40' 15,430' - 8°41'7,045'LS dengan luas 0,6 km<sup>2</sup>. Daya rata – rata yang dihasilkan di titik potensi adalah 16,6 kW dan 66,47 kW per tahun.

**Kata Kunci :** *tipe arus laut, potensi energi, Selat Toyapakeh, Nusa Penida*

### PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di dunia. Sumber energi listrik di Indonesia saat ini masih didominasi oleh energi konvensional yakni energi fosil yang ketersediaannya terbatas di alam karena tidak dapat diperbaharui serta menimbulkan masalah lingkungan seperti polusi dan pemanasan global (KESDM, 2012).

Nusa Penida adalah gugusan kepulauan yang terdiri dari 3 pulau, yaitu Pulau Nusa Penida, Pulau Lembongan dan Pulau Ceningan. Beban listrik di Nusa Penida mengalami peningkatan dari waktu ke waktu karena semakin banyaknya masyarakat yang menggunakan energi listrik dan semakin banyaknya pembangunan. PT. PLN (Persero) Distribusi Nusa Penida dalam memasok energi listrik ke konsumen sangat mengandalkan PLTD (Pusat Listrik Tenaga Diesel) sebagai sumber pembangkit energi listrik utamanya. Beberapa pembangkit energi listrik yang memanfaatkan *renewable energy* sebagai sumber



utamanya juga terdapat di pulau ini, yaitu PLTB (Pusat Listrik Tenaga Bayu) dan PLTS (Pusat Listrik Tenaga Surya). Pembangkit–pembangkit listrik tersebut jika beroperasi secara normal hanya dapat menghasilkan daya listrik sebesar 3.380 kW atau 3,38 MW sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan listrik yang ada (Nugroho *et al.*, 2014). Sumber energi listrik alternatif lain diperlukan agar peningkatan kebutuhan listrik di pulau ini dapat terpenuhi. Sumber energi alternatif tersebut adalah energi arus laut.

Wilayah perairan sekitar Pulau Nusa Penida memiliki beberapa selat, salah satunya adalah Selat Toyapakeh yang terletak di antara Pulau Nusa Penida dan Pulau Nusa Ceningan. Kondisi ini sangat mendukung untuk pengembangan energi arus laut, karena selat memungkinkan massa air laut mengumpul dan bergerak lebih cepat karena semakin menyempitnya ruang gerak dari laut menuju selat (Moreno *et al.*, 2008). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tipe arus laut serta mengetahui potensi energi yang dapat dihasilkan dari arus laut di Selat Toyapakeh, Nusa Penida, Bali.

## MATERI DAN METODE

### Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer yaitu data arus laut dan data pasang surut. Data sekunder berupa Peta Batimetri Selat Lombok Skala 1:200.000 (DISHIDROS TNI-AL, 2003).

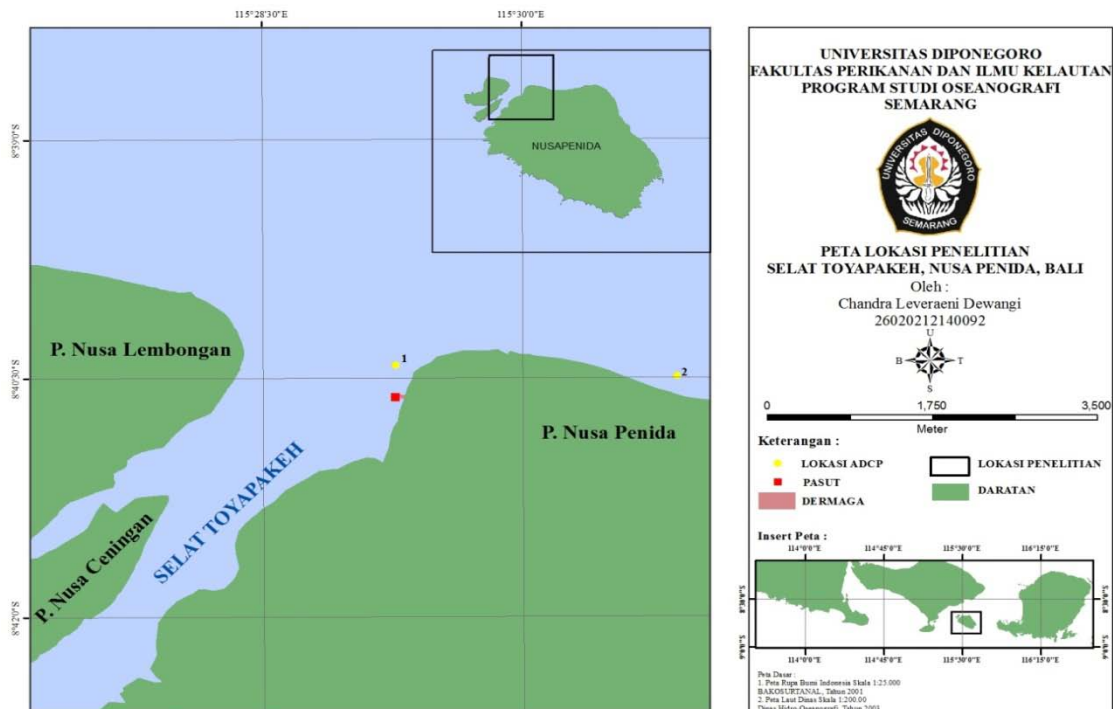
### Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, dimana data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistika atau model. Metode kuantitatif merupakan metode ilmiah karena telah memenuhi kaidah – kaidah ilmiah konkret, obyektif, terukur, rasional dan sistematis (Sugiyono, 2009).

### Metode Penentuan Lokasi

Metode penentuan lokasi pengukuran arus dan pasang surut menggunakan *cluster sampling*, yaitu teknik sampling daerah untuk menentukan lokasi pengukuran bila daerah yang diamati sangat luas. Melalui metode ini, peneliti cukup meneliti sebagian dari daerah agar parameter yang diperoleh dapat menggambarkan karakteristik parameter yang diwakili secara representatif, dimana pemilihannya harus memperhatikan syarat-syarat yang harus dipenuhi secara metodologis (Fathoni, 2006). Peta lokasi penelitian beserta lokasi stasiun pengamatan arus laut tersaji dalam Gambar 1.





Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

### Metode Pengambilan Data

Metode *eularian* digunakan dalam pengukuran arus laut dengan ADCP Argonaut SonTek XR di lokasi pertama dan menggunakan ADCP Nortek Continental di lokasi kedua. ADCP di lokasi pertama diletakkan pada kedalaman kurang lebih 20 meter dan kurang lebih 30 meter di lokasi kedua. Perekaman dilakukan selama 22x24 jam dengan interval 20 menit di lokasi pertama dan 15 menit di lokasi kedua.

Pengamatan elevasi muka air dalam menentukan pasang surut dilaksanakan selama 30 hari menggunakan *tide gauge* dan palem pasut dengan interval pengambilan data selama 1 jam.

### Metode Pengolahan dan Analisis Data

Data arus yang diperoleh dari pengukuran lapangan kemudian disajikan dalam bentuk grafik *time series*, *scatter plot*, *stick plot*, dan *current rose*. Data arus pengukuran lapangan yang merupakan arus total kemudian dipisahkan agar mengetahui kontribusi besarnya arus pasut dan non pasut. Simulasi numerik arus laut menggunakan *software* MIKE 21 *Flow Model FM (Flexibel Misch)*.

Data pasang surut diolah menggunakan metode *admiralty* dan menghasilkan komponen pasang surut. Komponen pasang surut ini kemudian digunakan untuk mengetahui MSL, HHWL, LLWL dan tipe pasang surut. Hasil pengolahan *admiralty* ini akan digunakan untuk kalibrasi model MIKE 21.



Jumlah daya yang tersedia dalam arus dapat dihitung melalui persamaan Fraenkel (2001), seperti berikut :

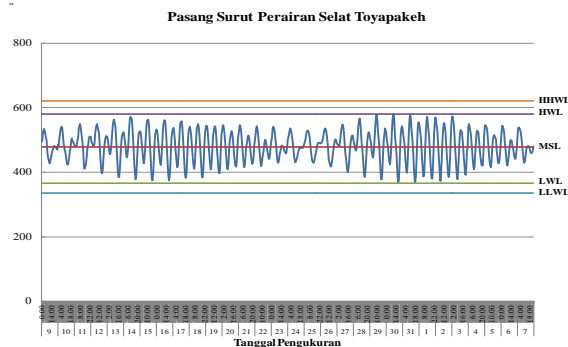
$$P = \rho \times 0,5 \times A \times V^3$$

di mana P adalah daya (Watt);  $\rho$  adalah densitas air laut ( $\text{kg/m}^3$ ); A adalah luas penampang turbin yang digunakan ( $\text{m}^2$ ); dan V adalah kecepatan arus laut (m/dt). Nilai densitas air laut yang digunakan adalah sama  $1025 \text{ kg/m}^3$  Luas penampang turbin (A) dianggap  $1\text{m}^2$  sehingga variabel yang paling berpengaruh dalam proses perhitungan konversi menjadi arus listrik adalah kecepatan arus dan luas turbin (Fraenkel, 2001).

## HASIL

### Pasang Surut

Berdasarkan analisis data pasang surut, tipe pasang surut Perairan Selat Toyapakeh adalah campuran condong harian ganda (*Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*) dengan nilai *formzahl* 0,53 ( $0,25 < f < 1,25$ ). Nilai tinggi muka air rata-rata (MSL) 478,61cm, tinggi muka air tinggi (HHWL) 621,44 cm, dan tinggi muka air rendah (LLWL) 335,77cm seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Fluktuasi Muka Air Perairan Selat Toyapakeh

### Arus Laut

Berdasarkan analisis data lapangan diperoleh data kecepatan arus maksimum, minimum, dan rata-rata lokasi pengukuran I yang disajikan pada Tabel 1. Kecepatan arus maksimum terdapat pada bagian kedalaman permukaan laut, yakni  $\pm 2 \text{ m}$ . Kecepatan arus maksimum terdapat pada kedalaman permukaan laut ( $\pm 2 \text{ m}$ ), yaitu  $5,132 \text{ m/det}$  dan arah arus  $40,5^\circ$  yang bergerak menuju arah utara relatif ke timur laut.

Tabel 1. Arus Maksimum dan Minimum pada Lokasi Pengukuran I

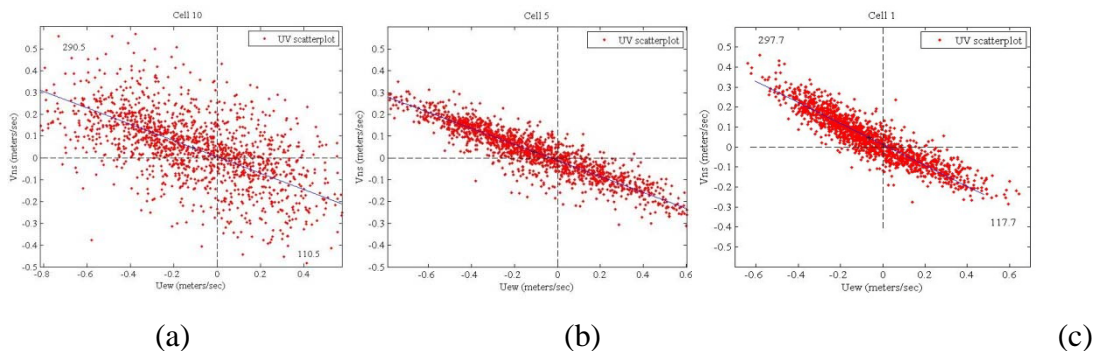
Kedalaman Kolom Air Laut	Maksimum		Minimum		Rata-rata (m/det)
	Kecepatan Arus (m/det)	Arah Arus (°)	Kecepatan Arus (m/det)	Arah Arus (°)	
Permukaan	5,132	40,5 (U-TL)	0,004	56,2 (TL-T)	2,568
Tengah	1,584	165,1 (TG-S)	0,005	58,6 (TL-T)	0,794
Dasar	1,226	291,2 (B-BL)	0,009	154,2 (TG-S)	0,617

Kecepatan arus maksimum lokasi pengukuran II terdapat di kedalaman kolom air permukaan ( $\pm 3$  m) dengan kecepatan 2,727 m/det dan arah 271,13° (barat-barat laut).

Tabel 2. Arus Maksimum dan Minimum pada Lokasi Pengukuran II

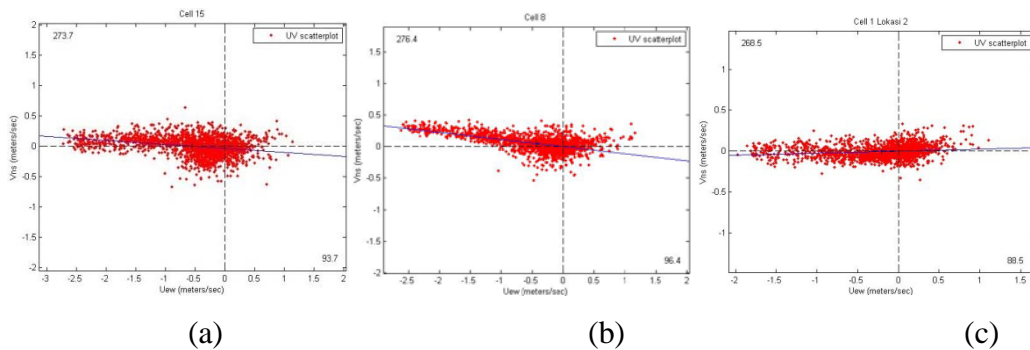
Kedalaman Kolom Air Laut	Maksimum		Minimum		Rata-rata (m/det)
	Kecepatan Arus (m/det)	Arah Arus (°)	Kecepatan Arus (m/det)	Arah Arus (°)	
Permukaan	2,727	271,13 (B-BL)	0,030	109,65 (TG-S)	1,378
Tengah	2,632	275,82 (B-BL)	0,012	175,24 (TG-S)	1,322
Dasar	2,399	75,82 (B-BL)	0,006	341,57 (S-BD)	1,172

Berdasarkan hasil pengolahan data arus menggunakan *World Current 1.03* di lokasi pengukuran I diperoleh *scatter plot* pada lapisan permukaan, tengah, dan dasar perairan. Gambar 3a terlihat grafik sebaran arah arus yang cenderung bergerak relatif menuju barat laut dan bergerak ke utara. Gambar 3b dan 3c juga menunjukkan bahwa arus yang terjadi di Selat Toyapakeh melakukan pola pergerakan 2 arah (*bi-directional*) yakni ke arah tenggara-barat laut.



Gambar 3. *Scatter Plot* Komponen U V pada (a) Permukaan; (b) Tengah; (c) Dasar

Gambar 4a menunjukkan grafik sebaran arah arus cenderung bergerak ke arah timur relatif menuju arah tenggara dan arah barat relatif menuju ke arah barat laut. Gambar 4b dan 4c juga menunjukkan bahwa arus di Selat Toyapakeh melakukan pola pergerakan 2 arah (*bi-directional*) yakni didominasi arah arus yang bergerak menuju ke tenggara-barat laut.

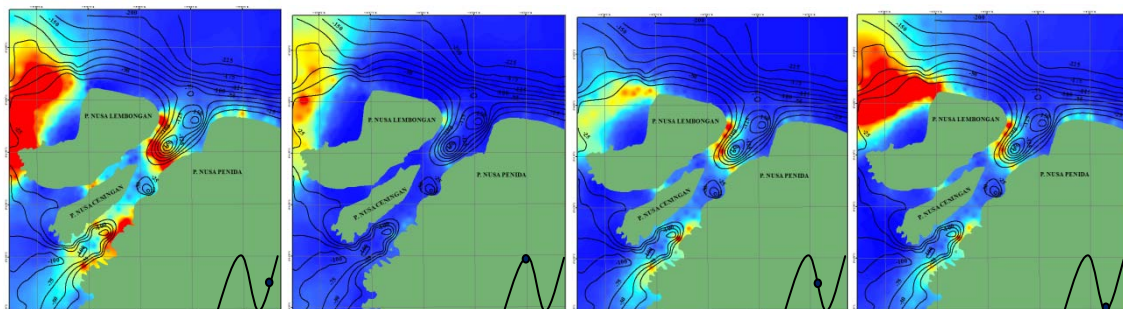


Gambar 4. Scatter Plot Komponen U V pada (a) Permukaan; (b) Tengah; (c) Dasar

Jenis arus di perairan Selat Toyapakeh adalah arus pasang surut. Hasil presentasi berdasarkan *World Current* untuk nilai astronomi adalah 57,28% untuk lokasi pengukuran I dan 51,22% untuk lokasi pengukuran II. Nilai presentase ini memperlihatkan faktor penggerak arus di perairan Selat Toyapakeh dominan dipengaruhi oleh pasang surut.

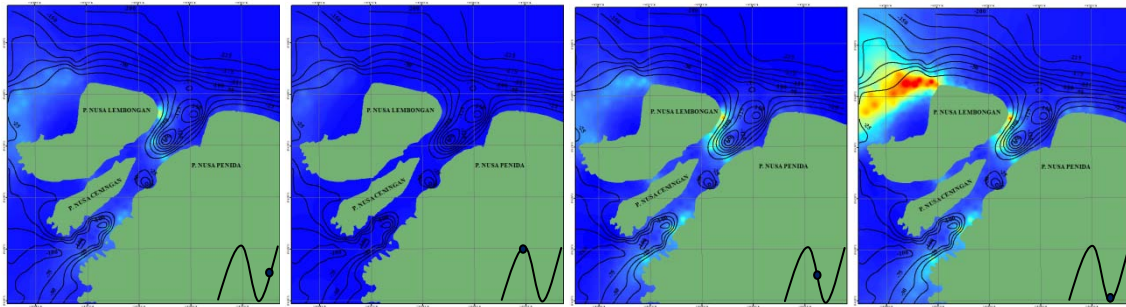
**Potensi Arus**

Daerah rapat daya dibagi menjadi 2 keadaan utama pasang surut, yaitu pasang surut purnama (Gambar 5) dan pasang surut perbani (Gambar 6) kemudian masing-masing dibagi menjadi empat kondisi pasang surut. Daerah berwarna merah adalah daerah yang menghasilkan rapat daya tinggi.



Gambar 5. Rapat Daya Kondisi Pasang Surut Purnama

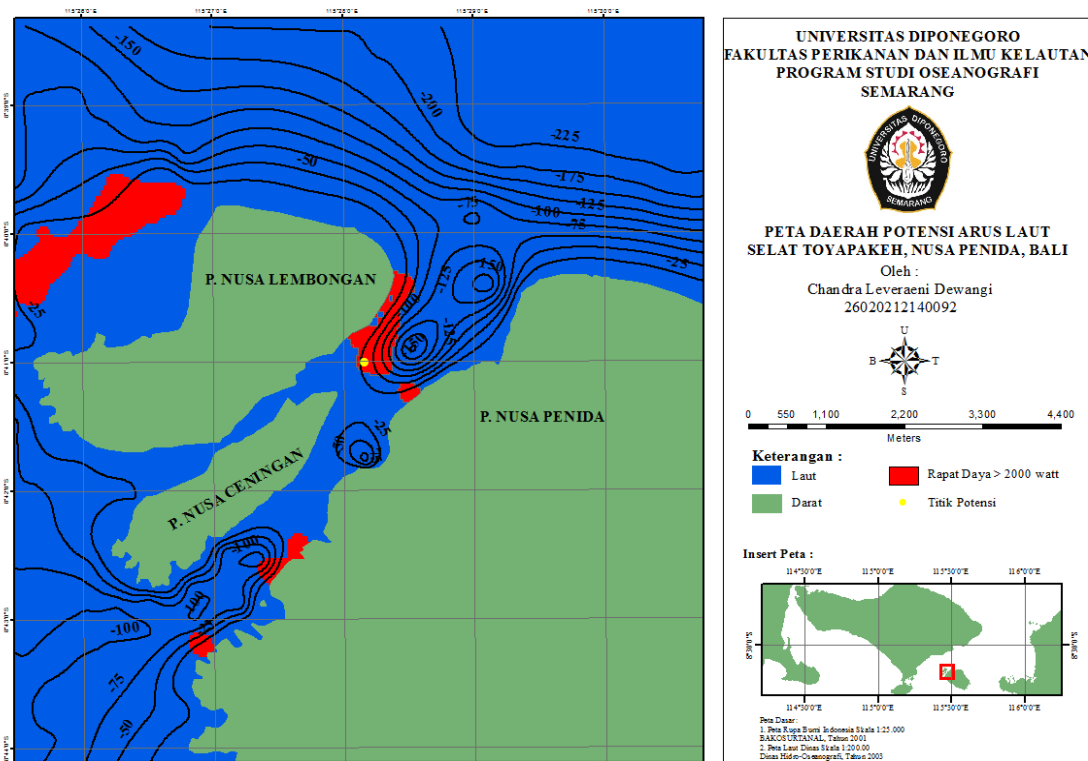




Gambar 6. Rapat Daya Kondisi Pasang Surut Perbani

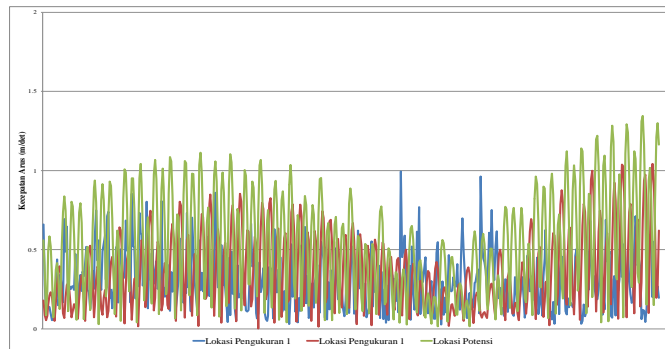
Kondisi pasang surut purnama menghasilkan rapat daya yang lebih besar daripada kondisi pasang surut perbani. Saat pasang menuju surut ataupun surut menuju pasang, rapat daya yang dihasilkan juga lebih besar daripada saat pasang tertinggi ataupun surut terendah.

Berdasarkan sebaran rapat daya yang telah ditampilkan sebelumnya, maka dapat ditentukan lokasi arus laut yang memiliki rapat daya besar. Lokasi potensi terletak pada koordinat  $115^{\circ}27'51,903''$  -  $115^{\circ}28'34,387''$  BT dan  $8^{\circ}40'15,430''$  -  $8^{\circ}41'7,045''$  LS, yaitu berada di bagian barat pulau Nusa Penida, bagian timur laut pulau Nusa Ceningan, dan bagian timur pulau Nusa Lembongan. Luas daerah potensi sebesar  $0,6 \text{ km}^2$ . Daerah rapat daya ditunjukkan dalam Gambar 6.

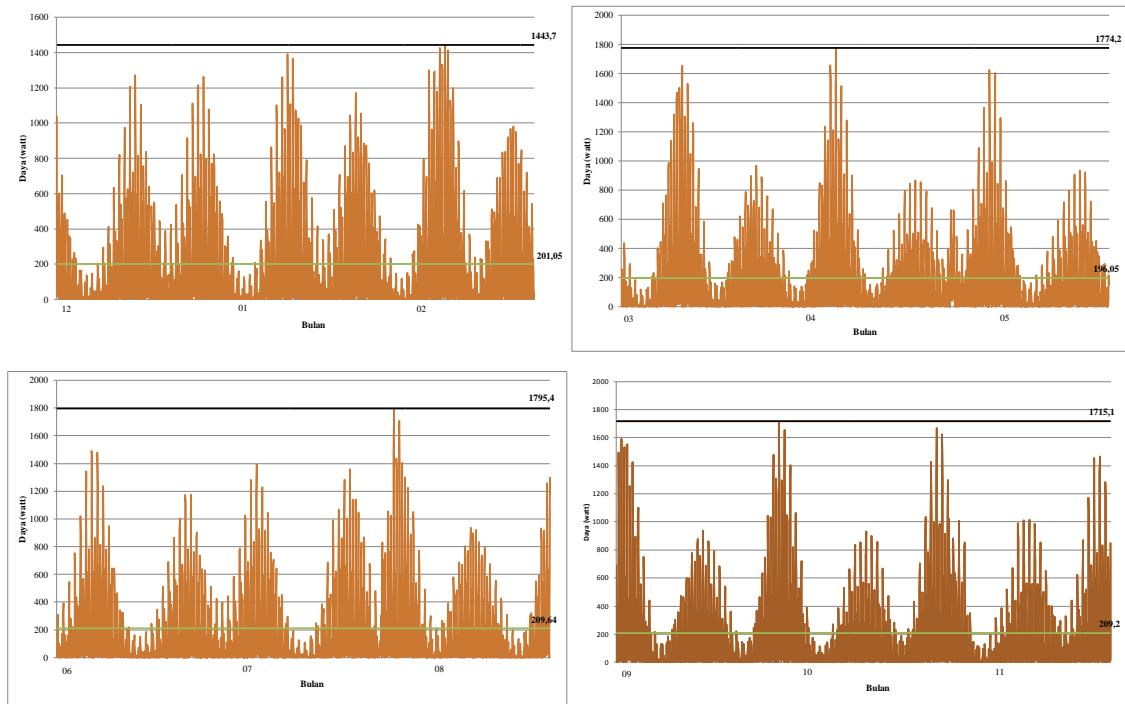


Gambar 7. Lokasi Potensi Energi Arus Laut



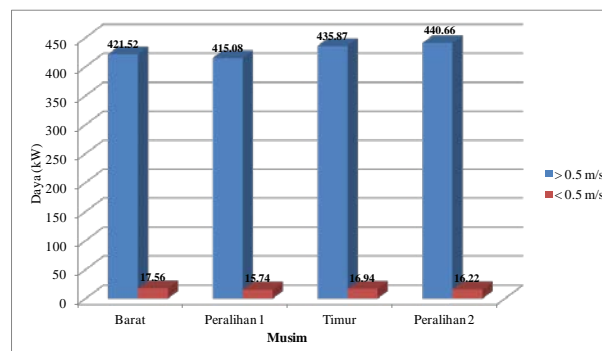


Gambar 8. Perbandingan Kecepatan Arus Pengukuran 1,2, dan Titik Potensi



Gambar 9. Rapat Daya Tiap Musim di Titik Potensi

Perhitungan konversi kecepatan arus menjadi daya di titik potensi dalam penelitian ini dibagi menjadi 4 kajian musim. Rapat daya tertinggi dihasilkan di musim timur dan rapat daya terendah di musim peralihan 1.



Gambar 10. Perbandingan Potensi Daya berdasarkan Kecepatan Arus

Gambar 10 menunjukkan daya yang dihasilkan tiap musim di titik potensi dengan mempertimbangkan *cut in speed* dan tanpa mempertimbangkan *cut in speed*. Musim peralihan 2 menghasilkan jumlah daya yang terbesar tanpa mempertimbangkan *cut in speed* yakni sebesar 440,66 kW. Musim barat menghasilkan jumlah daya terbesar dengan mempertimbangkan *cut in speed* yakni sebesar 17,56 kW.

## PEMBAHASAN

Analisis data lapangan menunjukkan kecepatan arus di lokasi II lebih besar daripada lokasi I karena lokasi II terletak lebih dekat dengan Selat Lombok sehingga arus di lokasi ini lebih terpengaruh oleh aliran arus dari Selat Lombok. Arief (1992) dalam Utami (2006) menyatakan bahwa kecepatan arus Selat Lombok bertambah secara jelas ke daerah *sill* yang terletak di antara Pulau Nusa Penida dan Pulau Lombok dengan kecepatan maksimum mencapai 4 m/det. Kecepatan arus di daerah ini lebih kurang dua kali kecepatan arus di pertengahan Selat Lombok.

Jenis arus di perairan Selat Toyapakeh adalah arus pasang surut. Distribusi arah arus Selat Toyapakeh di kedalaman permukaan lebih menyebar bila dibandingkan dengan kedalaman tengah ataupun dasar. Hal ini dikarenakan arus di permukaan laut dominan dipengaruhi oleh angin. Arah arus menggambarkan gerakan 2 arah (*bi-directional*) yaitu tenggara – barat laut. Arah arus tersebut terbentuk karena perubahan elevasi muka air. Sesuai dengan pernyataan Poerbandono dan Djunarsjah (2005) bahwa arus pasang surut mempunyai arah sifat bergerak bellawanan dari arah menuju pantai.

Spasial rapat daya saat pasang menuju surut purnama dan saat surut menuju pasang purnama menunjukkan potensi yang besar karena kecepatan arus saat kondisi tersebut tinggi. Poerbandono dan Djunarsjah (2005), kecepatan arus pasang surut maksimum terjadi pada saat-saat antara air tinggi dan air rendah. Semakin besar kecepatan arusnya, maka daya yang tercipta juga semakin besar. Hagerman (2006) menyebutkan bahwa kecepatan arus berbanding lurus terhadap rapat daya yang dihasilkan.

Daerah potensi terletak di sebelah barat pulau Nusa Penida, sebelah timur laut Pulau Ceningan dan sebelah timur Pulau Nusa Lembongan. Daerah ini berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai lokasi penempatan turbin pembangkit listrik tenaga arus laut karena arenanya yang cukup luas, morfologi tidak terlalu curam serta kecepatan arus dan distribusi terhadap kedalaman memenuhi syarat. Kedalaman laut daerah ini berkisar antara 5 – 50 m. Yuningsih *et al.* (2014), morfologi pantai timur Nusa Lembongan relatif datar dan tidak terlalu curam serta daerah ini relatif aman dari gelombang.



Konversi kecepatan arus menjadi rapat daya menunjukkan hasil yang tinggi di musim timur daripada ketiga musim yang lain. Hal ini karena arus di lokasi penelitian yang masih dipengaruhi ARLINDO memiliki kecepatan yang tinggi di musim timur. Sesuai pernyataan Wyrski (1987) dalam Safitri *et al.* (2012), aliran tertinggi ARLINDO ditemukan pada saat monsun tenggara (musim timur) yaitu selama Juni hingga Agustus.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tipe arus laut di Selat Toyapakeh adalah arus pasang surut yang bergerak ke arah tenggara saat pasang dan ke arah barat daya saat surut. Selat Toyapakeh berpotensi dalam pemanfaatan energi arus laut. Daya rata – rata yang dihasilkan di titik potensi adalah 16,6 kW dan 66,47 kW per tahun dengan mempertimbangkan *cut in speed* turbin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fathoni, A. 2006. Metodologi Penelitian & Teknik Penyusunan Skripsi. MPT Rineka Cipta, Jakarta
- Fraenkel, P.L. 2001. Power from Marine Currents. Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers. Journal of Power and Energy., 216(A1): 1–14.
- Hagermen, G. 2006. EPRI North American Tidal In Stream Power Feasibility Demonstration Project: Methodology for Estimating Tidal Current Energy Resource and Power Production by Tidal Stream Energy Conversion (TISEC) Device. EPRI. America.
- Kementerian Energi Dan Sumberdaya Mineral. 2012. Kajian Indonesia Energy Outlook. 95 hlm.
- Nugroho, P.S.S., I.M.Y Negara dan I.G.N.S Hernanda. 2014. Studi Keandalan Sistem Distribusi yang Terhubung ke Photovoltaic Menggunakan Metode Monte Carlo di PT. PLN (Persero) Distribusi Nusa Penida – Bali. Proceeding Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro, pp. 1-6.
- Poerbondono dan E. Djunasjah. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama, Bandung, 166 hlm.
- Safitri, M., Cahyarini, S.Y., dan M.R. Putri. 2012. Variasi Arus ARLINDO dan Parameter Oseanografi di Laut Timur sebagai Indikasi Kejadian ENSO. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis 4 (2), : 369-377.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif & RND. Alfabeta, Bandung, 455 hlm.
- Utami, I.N. 2006. Studi Karakteristik dan Aliran Massa Air pada Musim Barat dan Musim Timur di Perairan Selat Lombok. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yuningsih, A. 2014. Laporan Akhir Kajian Teknis Pembangunan Pilot Plant Energi Arus Laut di Selat Toyapakeh, Nusa Penida, Bali. Puslitbang Geologi Kelautan, Bandung, 84 hlm.



